

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-19194

(P2010-19194A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

FO2M 61/18 (2006.01)

FO2M 61/18 350B

36066

F02M 61/04 (2006.01)

FO2M 61/18 350A

FO2M 63/00 (2006.01)

FO2M 61/04 F

FO2M 61/08 (2006.01)

FO2M 63/00 R

FO2M 63/00 Q

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-181689 (P2008-181689)

(22) 出願日 平成20年7月11日 (2008. 7. 11)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100077816

弁理士 春日 讓

(72) 発明者 安川 義人

茨城県ひたちなか市堀口832番地2

株式会社日立製作所

機械研究所内

(72) 發明者 安部 元幸

茨城県ひたちなか市堀口832番地2

株式会社日立製作所

機械研究所内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁及び燃料噴射装置

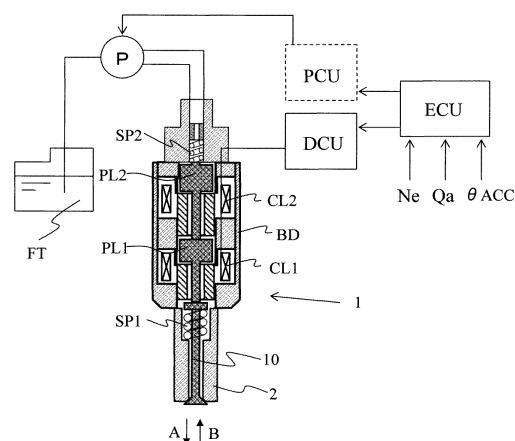
(57) 【要約】

【課題】低燃費化と高出力化の両立を図るために、成層燃焼と均質燃焼の各々に適した噴霧を形成できるよう、外開き方式の燃料噴射弁において噴霧形状を可変できる燃料噴射弁及び燃料噴射装置を提供することにある。

【解決手段】ノズル２は、内部に複数の燃料通路５を有する。弁体１０は、ノズルの内部にて、上下に動作可能であり、ノズルの円錐状の弁座面１５と対向する円錐状の弁体面１６を有し、弁体面が弁座面と当接して燃料をシールするシート部１１を形成する。燃料通路５は、シート部１１の上流に開口部がある。弁体が弁座面から離れた状態におけるシート部と弁体の距離が、可変である。燃料通路の断面積が、シート部と前記弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも大きくなる状態と、燃料通路の断面積が、シート部と弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも小さくなる状態を取り得る。

○

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内部に複数の燃料通路を有するノズルと、

該ノズルの内部にて、上下に動作可能であるとともに、前記ノズルの円錐状の弁座面と対向する円錐状の弁体面を有し、該弁体面が前記弁座面と当接して燃料をシールするシート部を形成する弁体とを有し、

前記燃料通路は、前記シート部の上流に開口部があり、

前記弁体の動作によって前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間を形成することで、前記円環状の隙間部から燃料が噴射される外開き式の燃料噴射弁であって、

前記弁体が前記弁座面から離れた状態における前記シート部と前記弁体の距離が、可変であり、

前記燃料通路の断面積が、前記シート部と前記弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも大きくなる状態と、前記燃料通路の断面積が、前記シート部と前記弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも小さくなる状態を取り得ることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料噴射弁において、

前記複数の燃料通路の出口部から前記シート部に到る燃料通路の断面積が、下流に向かうに従って減少するか、または、下流に向かうに従って同一の断面積となる領域によって構成されることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 3】

請求項 1 記載の燃料噴射弁において、

前記複数の燃料通路は、前記弁体の周囲の円周上に均等に配列されていることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 4】

前記複数の燃料通路は、前記弁体の周囲の円周上の一部に偏って配列されていることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 5】

内燃機関の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、

該燃料噴射弁による燃料噴射量を制御する制御手段とを有する燃料噴射制御装置であって、

前記燃料噴射弁は、

内部に複数の燃料通路を有するノズルと、

該ノズルの内部にて、上下に動作可能であるとともに、前記ノズルの円錐状の弁座面と対向する円錐状の弁体面を有し、該弁体面が前記弁座面と当接して燃料をシールするシート部を形成する弁体とを有し、

前記燃料通路は、前記シート部の上流に開口部があり、

前記弁体の動作によって前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間を形成することで、前記円環状の隙間部から燃料が噴射される外開き式の燃料噴射弁であり、

前記弁体が前記弁座面から離れた状態における前記シート部と前記弁体の距離が、可変であり、

前記燃料通路の断面積が、前記シート部と前記弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも大きくなる状態と、前記燃料通路の断面積が、前記シート部と前記弁体の弁座面との間の円環状の隙間の断面積よりも小さくなる状態を取り得ることを特徴とする燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関に燃料を供給するための燃料噴射弁及び燃料噴射装置に係り、特に、燃料噴霧の形状を変えることができる燃料噴射弁及び燃料噴射装置に冠する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車の燃費規制が強化されてきており、自動車用内燃機関には低燃費化が求められている。一方で、内燃機関には高出力化も求められている。低燃費化と高出力化を同時に達成するための手段として、燃焼室へ燃料を直接噴射するD I (Direct Injection) エンジンが提案されている。

【0003】

D I エンジンでは、噴射された燃料の気化潜熱により燃焼室内を冷却できる。ガソリンエンジンでは、点火後の火炎の伝播よりも早く混合気が自己着火するノッキングが生じるため、一般に圧縮比を低くして設計する必要がある。D I エンジンでは、前述の効果によりノッキングが抑制され、圧縮比を上げた設計が可能になり燃費が向上する。D I 方式においては、成層燃焼を行うことで更に燃費を低減できる。成層燃焼とは、筒内の理論空燃比よりも供給する燃料の量を減じて所謂リーンバーン（希薄燃焼）を実現する方式である。希薄燃焼をさせることにより、低負荷時においてもより多くの空気を吸入し、吸気行程に生じる負圧を減じ、これに抗ってエンジンが行う仕事（ポンピング損失）を減らして、燃費を向上できるという燃焼方式である。

10

【0004】

一方で、高出力を得るためには、均質燃焼を行うことが必要である。均質燃焼とは、燃料と空気の比率が理論空燃比となるように燃料を供給し、これを燃焼室内で均質に混合して点火させる方式である。そのためには、多くの空気を取り込んで、より多量の燃料と十分に混合させる必要がある。

20

【0005】

そのため、要求させる噴霧が異なり、噴霧形状を変えられることが望ましい。

【0006】

これを実現するための燃料噴射弁として、外開き式噴射弁において、ストロークにより燃料通路を切替えることにより、噴霧形状を可変にするというものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】特開2002-130086号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

直上噴射を行うための燃料噴射弁の方式として、外開き式燃料噴射弁がある。外開き式燃料噴射弁とは、弁体がノズルの先端から突出することでシートと弁体の隙間を燃料が流れ、その隙間から燃料を噴射するものであり、狭い隙間から燃料が噴射されるために微粒化性能が良いことが特徴である。

【0009】

低燃費と高出力の両立のために要求される、直上噴射方式において、成層燃焼と均質燃焼を両立させるためには、要求される噴霧形状が異なり、燃料噴射弁としては、噴霧形状を変えられることが必要となっている。必要とされる噴霧は、例えば、成層燃焼時には流量が少なくプラグ周りに噴霧が滞留するような噴霧であり、均質燃焼時には流量が多く筒内への分散性が高い噴霧である。

40

【0010】

特許文献1に示される従来技術には、弁体ストロークを変化させることにより、燃料通路自体を切替え噴霧の形状を可変にするという構造は開示されている。しかしながら、弁体の上下動によって燃料通路を切替える構造は、実際に製造する上で困難が伴う。例えば、特許文献1のように燃料通路を切替える方法を採用すると、弁体の上下動位置によって燃料通路を切替えているために、数百 μm または数 mm の弁体ストロークが必要となる。そのため、十分な応答性が得られないということや、実用的な流体通路断面積に設定することが難しいという問題が生じる。なお、弁体ストロークは、実用上では、数十 μm 程度で

50

あり、前述のような数百 μm ないし数 mm の弁体ストロークは、実用的でないものである。

【0011】

本発明の目的は、低燃費化と高出力化の両立を図るために、成層燃焼と均質燃焼の各々に適した噴霧を形成できるよう、外開き方式の燃料噴射弁において噴霧形状を可変できる燃料噴射弁及び燃料噴射装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、内部に複数の燃料通路を有するノズルと、該ノズルの内部にて、上下に動作可能であるとともに、前記ノズルの円錐状の弁座面と対向する円錐状の弁体面を有し、該弁体面が前記弁座面と当接して燃料をシールするシート部を形成する弁体とを有し、前記燃料通路は、前記シート部の上流に開口部があり、前記弁体の動作によって前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間を形成することで、前記円環状の隙間部から燃料が噴射される外開き式の燃料噴射弁であって、前記弁体が前記弁座面から離れた状態における前記シート部と前記弁体の距離が、可変であり、前記燃料通路の断面積が、前記前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間の断面積よりも大きくなる状態と、前記燃料通路の断面積が、前記前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間の断面積よりも小さくなる状態を取り得るようにしたものである。

10

かかる構成により、外開き方式の燃料噴射弁において噴霧形状を可変でき、成層燃焼と均質燃焼の各々に適した噴霧を形成できるものとなる。

20

【0013】

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記複数の燃料通路の出口部から前記シート部に到る燃料通路の断面積が、下流に向かうに従って減少するか、または、下流に向かうに従って同一の断面積となる領域によって構成されるものである。

【0014】

(3) 上記(1)において、好ましくは、前記複数の燃料通路は、前記弁体の周囲の円周上に均等に配列されている。

【0015】

(4) 上記(1)において、好ましくは、前記複数の燃料通路は、前記弁体の周囲の円周上の一部に偏って配列されている。

30

【0016】

(5) また、上記目的を達成するために、本発明は、内燃機関の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、該燃料噴射弁による燃料噴射量を制御する制御手段とを有する燃料噴射制御装置であって、前記燃料噴射弁は、内部に複数の燃料通路を有するノズルと、該ノズルの内部にて、上下に動作可能であるとともに、前記ノズルの円錐状の弁座面と対向する円錐状の弁体面を有し、該弁体面が前記弁座面と当接して燃料をシールするシート部を形成する弁体とを有し、前記燃料通路は、前記シート部の上流に開口部があり、前記弁体の動作によって前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間を形成することで、前記円環状の隙間部から燃料が噴射される外開き式の燃料噴射弁であり、前記弁体が前記弁座面から離れた状態における前記シート部と前記弁体の距離が、可変であり、前記燃料通路の断面積が、前記前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間の断面積よりも大きくなる状態と、前記燃料通路の断面積が、前記前記シート部と前記弁体の弁座面との間に円環状の隙間の断面積よりも小さくなる状態を取り得るようにしたものである。

40

かかる構成により、外開き方式の燃料噴射弁において噴霧形状を可変でき、成層燃焼と均質燃焼の各々に適した噴霧を形成できるものとなる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、外開き方式の燃料噴射弁において噴霧形状を可変でき、低燃費化と高出力化の両立を図ることができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、図1～図13を用いて、本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁の構成及び動作について説明する。

最初に、図1を用いて、本実施形態による燃料噴射弁を用いた燃料噴射装置の構成について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁を用いた燃料噴射装置の構成を示すシステムブロック図である。

【0019】

燃料噴射弁1は、弁体がノズルの先端から突出することでシートと弁体の隙間を燃料が流れる外開き式の噴射弁である。また、燃料噴射弁1は、弁体のストロークが可変なものである。以下の説明では、弁体のストロークは、2段階に切り替えることができる。

【0020】

燃料噴射弁1は、ノズル2と、ノズル2の内部に収納された弁体10とを備えている。弁体10は、矢印A方向と、それと反対の矢印B方向に摺動可能である。弁体10が矢印A方向に移動すると、弁体10とノズル2の先端の間には隙間が形成され、燃料が噴射される。反対に弁体10が矢印B方向に移動して、弁体10とノズル2が接触すると、燃料噴射は停止する。このように、燃料噴射弁1は、弁体がノズルの先端から突出することでシートと弁体の隙間を燃料が流れ外開き式の噴射弁である。

【0021】

燃料噴射弁1のノズル2の上部には、ボディBDが固定されている。なお、ノズル2とボディBDは、一体的に構成することもできる。ボディBDの内部には、2つのコイルCL1、CL2が固定されている。コイルCL1、CL2の内周には、2つのプランジャPL1、PL2が矢印A、B方向に摺動可能に保持されている。コイルCL1に通電すると、プランジャPL1が吸引され、矢印A方向に摺動する。コイルCL2に通電すると、プランジャPL2が吸引され、矢印A方向に摺動する。

【0022】

コイルCL1に通電すると、プランジャPL1が矢印A方向に摺動し、プランジャPL2を矢印A方向に押し出し、さらに、弁体10を矢印A方向に押し出すことで、開弁する。また、コイルCL2に通電すると、プランジャPL2が矢印A方向に摺動し、弁体10を矢印A方向に押し出すことで、開弁する。

【0023】

ここで、プランジャPL1の摺動量（ストローク）は、プランジャPL2の摺動量（ストローク）よりも大きくなっている。したがって、コイルCL1に通電したときの弁体10のストロークは、コイルCL2に通電したときの弁体10のストロークよりも大きくなり、コイルCL1の通電と、コイルCL2の通電を切り替えることで、弁体10のストロークを切り替えることができる。

【0024】

また、ノズル2と弁体10の頂部との間には、スプリングSP1が配置されている。スプリングSP1は、ノズル2に対して、弁体10を矢印B方向に付勢している。これにより、コイルCL1、CL2に通電してないときは、弁体10を矢印B方向に付勢して、閉弁している。また、ボディBDの上部に設けられたスプリングSP2は、プランジャPL1、PL2に対して矢印A方向の付勢力を与えており、プランジャPL1、PL2が自由振動しないようにしている。ただし、スプリングSP2の付勢力は、スプリングSP1の付勢力よりも小さいため、コイルCL1、CL2に通電してないときは、閉弁状態を保つことができる。

【0025】

燃料タンクFTに収納された燃料は、燃料ポンプPにより、燃料噴射弁1に供給される。

【0026】

燃料噴射弁駆動コントロールユニットDCUは、コイルCL1, CL2への通電を制御する。燃料ポンプコントロールユニットPCUは、燃料ポンプPを制御して、燃料噴射弁駆動に供給する燃料圧力を可変する。なお、本実施形態では、燃料圧力の制御は行わないため、燃料ポンプコントロールユニットPCUは必須のものではない。但し、後述する他の実施形態では、燃料圧力の制御は行わうため、燃料ポンプコントロールユニットPCUが必要となる。

【0027】

エンジンコントロールユニットECUは、アクセル開度 θ_{ACC} , 吸入空気量 Q_a , エンジン回転数 N_e などの、運転者の意図を示す信号や、エンジンの状態を示す信号を取りこむ。エンジンコントロールユニットECUは、アクセル開度 θ_{ACC} に応じて、電子制御スロットル装置を制御して、スロットルバルブの開度を制御して、吸入空気量 Q_a を可変する。また、エンジンコントロールユニットECUは、アクセル開度 θ_{ACC} に応じて、燃料噴射弁1による燃料噴射量を可変して、エンジン回転数 N_e を制御する。このとき、エンジンコントロールユニットECUが、燃料噴射弁駆動コントロールユニットDCUに対して、燃料噴射量の制御信号を出力すると、燃料噴射弁駆動コントロールユニットDCUは、例えば、燃料噴射量が小さいときは、コイルCL2に通電して、弁体11のストロークが小さくなるように制御すると共に、開弁時間も制御する。また、燃料噴射弁駆動コントロールユニットDCUは、例えば、燃料噴射量が大きいたときは、コイルCL1に通電して、弁体11のストロークが大きくなるように制御すると共に、開弁時間も制御する。

【0028】

また、必要に応じて、エンジンコントロールユニットECUは、燃料ポンプコントロールユニットPCUに対して燃圧制御信号を出力し、燃料ポンプコントロールユニットPCUは、燃料ポンプPを制御して、燃料噴射弁駆動に供給する燃料圧力を可変する。

【0029】

次に、図2～図4を用いて、本実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成について説明する。

図2は、本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。図3は、図2のA-A断面図である。図4は、本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の下方斜視図である。なお、図2～図4において、同一符号は同一部分を示している。また、図2～図4において、図1と同一符号は、同一部分を示している。

【0030】

図2に示すように、燃料噴射弁の先端部であるノズル2は、ガイド孔3を有している。ガイド孔3には、弁体10が挿入されている。弁体10には2つの円錐面が同軸に設けられ、円錐の切替部がシート部11を形成する。なお、シート部11の近傍の詳細構成については、図5を用いて後述する。

【0031】

閉弁状態においては、弁体10とノズル2はシート部11で当接し、燃料をシールしている。弁体10は上下方向(図1の矢印A方向及び矢印B方向)に変位することができる。弁体10がシート位置11から離れると、燃料溜り室4から、複数の燃料通路5を通り、ノズル2の弁座面15と弁体10の弁体面16の隙間を通り、燃料は円環隙間部22から噴射される。

【0032】

なお、弁体10の先端には凸状のチャック部17がある。これは、弁座面16を高精度に加工する際に加工機に安定して固定するために、弁体10を把持する部分となる。

【0033】

図2に示す複数の燃料通路5は、図3に示すように、周方向に配置された複数の燃料通路5a, 5b, ..., 5fからなる。本例では、例えば、6孔としている。また、複数の燃料通路5は、図4に示すように、弁座面15と同一面に出口部を形成している。

【0034】

10

20

30

40

50

次に、図５～図８を用いて、本実施形態による燃料噴射弁におけるノズルの先端の燃料の流れおよびそれにより生成される燃料噴霧のメカニズムについて説明する。

図５は、本発明の第１の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端の拡大断面図である。図５は、図２のＢ部の拡大断面図である。図６は、本発明の第１の実施形態による燃料噴射弁における弁体ストロークと燃料の流路の断面積の関係の説明図である。図７及び図８は、本発明の第１の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。なお、図５，図７，図８において、図１～図４と同一符号は、同一部分を示している。

【００３５】

図５は、本実施形態におけるノズル２の先端部における構成及び燃料の流れを示している。

10

【００３６】

図５に示すように、弁体の上流に設けた燃料通路５を通過した燃料は、燃料通路５の出口部６を通過してギャップ状通路２４に到る。

【００３７】

弁体１０には、２つの円錐面１６ａ，１６ｂが同軸に設けられている。円錐面１６ａ，１６ｂの切替部が、シート部１１を形成する。円錐面１６ｂは、弁体２の弁座面１５よりも傾斜が急である。一方、円錐面１６ａは、弁座面１５よりも傾斜が緩やかであり、弁座面１５と弁体面１６ａの間に挟まれる通路は、複数の出口部６からシート部１１にむけて通路断面積が減少し、シート部１１から円環隙間部２２にかけて通路断面積が増加する。したがって、シート部１１において、最も通路断面積が小さくなる。シート部１１を通過した燃料は、円環隙間部２２から噴霧２５として噴射される。

20

【００３８】

なお、円錐面１６ｂと弁座面１５を平行として、複数の出口部６からシート部領域１１'にむけて通路断面積が一定として、シート部１１から円環隙間部２２にかけて通路断面積が増加するようにしてもよいものである。また、円錐面１６ａと弁座面１５を平行として、複数の出口部６からシート部領域１１'にむけて通路断面積が減少し、シート部１１から円環隙間部２２にかけて通路断面積が一定としてもよいものである。いずれにしても、出口部６と円環隙間部２２との間に、通路断面積が最小となるシート部１１を設ける。

【００３９】

次に、図６を用いて、本実施形態による燃料噴射弁における弁体ストロークと燃料の流路の断面積の関係について説明する。

30

【００４０】

図６において、横軸は、弁体１０のストローク s_t を示し、縦軸は燃料流路の断面積 A を示している。

【００４１】

図６において、実線 X_1 は、燃料通路５の断面積を示している。燃料通路５は、図３に示したように、周方向に配置された６個の燃料通路５ａ，５ｂ，…，５ｆからなる場合、図６の実線 X_1 は、これらの６個の燃料通路の断面積の和を示している。燃料通路５の断面積は、弁体１０のストローク s_t が変わっても一定である。

【００４２】

40

一方、図６において、破線 X_2 は、シート部１１における燃料流路の断面積を示している。シート部１１は、図２に示したように、弁体１０と弁座面１５の間に、円環状に形成される。破線 X_2 は、リング状のシート部１１における燃料流路の断面積を示している。シート部１１の幅が変わることで、シート部１１における燃料流路の断面積も変化する。シート部１１の幅は、弁体１０のストロークが変化することで変化する。すなわち、破線 X_2 に示すように、ストローク s_t が０のときは、閉弁状態であり、ストローク s_t が増加するにつれて、燃料流路の断面積が増加する。

【００４３】

図６において、ストローク s_t が s_{t0} のとき、実線 X_1 で示す燃料通路５の断面積と、破線 X_2 で示すシート部１１における燃料流路の断面積が等しいものとする。ストロー

50

ク $s_t 0$ より、ストローク s_t が小さいときは、シート部 11 での圧力損失の影響が支配的となる。また、ストローク $s_t 0$ より、ストローク s_t が大きいときは、燃料通路 5 での圧力損失の影響が支配的となる。

【0044】

図 1 に示した構成において、例えば、コイル $CL 2$ に通電されるストロークが小さいときのストローク量を $s_t 1$ とし、コイル $CL 1$ に通電されるストロークが大きいときのストローク量を $s_t 2$ とする。ストローク $s_t 1$ は、例えば、 $30 \mu m$ であり、ストローク $s_t 2$ は、例えば、 $60 \mu m$ であり、実用的な弁体ストロークである。

【0045】

次に、図 7 は、弁体 10 のストロークが小さいときの燃料の流れ及び噴霧形状の断面と、図 3 に示した燃料通路 5 a ~ 5 f との位置関係を示している。

10

【0046】

図 7 に示すように、弁体 10 のストローク量が小さい（シート部 11 からのリフト量が小さい）状態では、シート部 11 での圧力損失の影響が支配的となる。このため、シート部 11 における燃料速度が最も速くなるために、複数の燃料通路 5 a ~ 5 f による流れの影響が小さくなり、シート部 11 の近傍で噴射直前の流れ 24 を形成し均一に流れ、中空円錐状噴霧 25 a が噴射される。

【0047】

図 8 は、弁体 10 のストロークが大きい時の燃料流れ及び噴霧形状の断面と、図 3 に示した燃料通路 5 a ~ 5 f との位置関係を示している。

20

【0048】

図 8 に示すように、弁体 10 のストロークが大きい場合には、シート部 11 での絞りの影響は小さくなる。燃料流れは、複数の燃料通路 5 a ~ 5 f によって絞られる効果が相対的に大きくなる。この結果、複数の燃料通路 5 a ~ 5 f での流速が速くなり、その影響が大きくなる。

【0049】

ここで、燃料通路 5 a および燃料通路 5 b を例に説明すると、燃料通路 5 a および 5 b を流れてきた燃料は、弁体面 16 に到達すると、燃料通路の外側に向かう流れを形成する。このため、燃料通路 5 a および燃料通路 5 b が向かい合う箇所の流れは互いに衝突して噴射直前の流れ 24 b を形成する。この結果、シート面あるいは弁体の円錐面に対して垂直な方向の液膜を形成し、噴霧 25 b として径方向に噴射される。

30

【0050】

また、燃料通路 5 a および 5 b を流れてきた燃料のうち、衝突せずに流出する燃料は、弁体の円錐面もしくはシートの円錐面に略平行な液膜を形成し、噴霧 25 c として噴射される。燃料通路 5 の出口部 6 からシート部領域 11' に到るまでの弁体面 16 a と弁座面 15 の間の通路断面積が徐々に狭くなる構成とすることによって、ストロークが大きく燃料通路 5 の絞りの影響が大きい場合に、燃料は燃料通路による流れの効果を保ってシート部 11 を通過し、円環隙間部 22 から噴霧 25 c として噴射させられる。これは、通路出口部から、シート部領域までの間に通路面積の大きな燃料溜り室のような領域があると、その領域で燃料の速度が遅くなってしまうために燃料通路の影響が消え、弁体の円錐面に対して略垂直な径方向への噴霧は形成されなくなるためである。

40

【0051】

弁体 10 のストロークが大きい場合には、複数の燃料通路の間に位置に対応した径方向に分散された径方向分散噴霧 25 b が形成される。径方向に噴射される噴霧の貫通力は、図 7 に示した中空円錐状噴霧 25 a の貫通力よりも大きいものである。

【0052】

以上のような構成により、ストローク量の変化によって、噴霧形状を可変にすることができる。

【0053】

本実施形態において、配置した燃料噴射孔は 6 本の例を示したが、燃料通路の数はこれ

50

に限られるものではない。

【 0 0 5 4 】

また、燃料通路の径は全て同じ径としているが、それに限られているものではない。燃料通路の径を変えることによって、弁体面 1 6 およびシート部 1 1 に流れ込む燃料量が変化することで噴霧形状を変えることが可能である。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態において、複数の燃料通路 5 は円筒状の孔としているが、これに限られたものではない。

【 0 0 5 6 】

燃料通路 5 の形状及び数あるいは配置がストロークの変化に伴ってシート部 1 1 との間で燃料絞りの影響度を变化させる形状であれば、本発明での作用効果が損なわれるものではない。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態において、弁体 1 0 の弁体面 1 6 は 2 つの円錐面を有する構造としたが、球面であってもよい。これにより、ノズル体 2 に対して弁体 1 0 が偏芯する場合にも、弁体がノズルに対して調芯する作用が起きるため燃料のシール性を向上できる。

【 0 0 5 8 】

さらに、ストロークが大きい場合の噴霧 2 5 b および 2 5 c の径方向の広がりといった相対的な大きさは、ストロークにより変化し、ストロークの大きさによっては径方向の広がりを持った噴霧 2 5 b のみになる場合もある。

【 0 0 5 9 】

なお、ストロークを変える手段としては、図 1 に示したように、コイルとブランジャからなるソレノイド方式の他に、 piezo 素子等の電歪素子、超磁歪素子を用いることもできる。電歪素子や磁歪素子を用いる場合、図 1 において、ブランジャは、一つのみである。電歪素子や磁歪素子は、ブランジャの上部とボディの上部との間に配置される。電歪素子や磁歪素子は、制御入力に応じて、歪み量が変化するため、弁体のストロークを連続的に変えることができる。図 1 に示す方式では、ストロークは 2 種類を切り替えるだけであるが、ストロークを連続的に変化することで、図 7 から図 8 の状態まで、噴霧形状を連続的に変えることができる。

【 0 0 6 0 】

次に、図 9 ~ 図 1 1 を用いて、本実施形態による燃料噴射弁における燃焼室への噴霧状態について説明する。

図 9 及び図 1 0 は、本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。図 1 1 は、本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁における、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の説明図である。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示す構成において、内燃機関 1 0 1 は、吸気の開閉弁となる吸気弁 1 0 3 と、燃焼された排気ガスを排出するための開閉弁となる排気弁 1 0 4 を有している。燃料噴射弁 1 は、内燃機関 1 0 1 の燃焼室 1 0 5 の中央上方に略垂直に備えられている、直上噴射式である。

【 0 0 6 2 】

燃料噴射弁 1 からの噴霧 1 2 5 は、燃焼室 1 0 5 に直接噴射され、混合気の形成を行っている。さらに、燃焼室 1 0 5 の混合気を圧縮するシリンダ 1 0 7 と、圧縮された混合気に点火する点火プラグ 1 0 6 とを有している。点火プラグ 1 0 6 は、燃料噴射弁 1 の近傍に点火プラグ下流側を燃料噴射弁側に向け傾いて設置されている。なお、燃料噴射弁 1 は図示しない燃料ポンプより加圧された燃料を供給されている。

【 0 0 6 3 】

図 9 は、本実施形態に係る燃料噴射弁 1 を内燃機関 1 0 1 に取付け、燃料噴射弁のストローク量が小さい状態での噴霧を噴射している様子を示している。噴霧 1 2 5 は、図 7 にて説明した中空円錐状噴霧 2 5 a である。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、燃料噴射弁 1 のストローク量が大きい状態で噴霧を噴射している様子を示している。噴霧 1 2 6 は、図 8 にて説明した径方向分散噴霧 2 5 b である。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の関係を示している。内燃機関の運転状態が低負荷時には、燃料噴射弁 1 のストロークを小さくする。ストロークが小さいことにより中空円錐状の噴霧形状が噴射されるとともに、噴射量が少なくなり、微小噴射量の制御が容易になる。中空円錐状の噴霧が噴射されることになり、噴霧の周囲に安定した再循環領域を形成し、圧縮行程噴射時にも、点火プラグ 1 0 6 の周りに燃料を安定して滞留させることができる。

10

【 0 0 6 6 】

また、高負荷時には、燃料噴射弁 1 のストロークを大きくすることにより、径方向に分散した噴霧が噴射され、燃焼室 1 0 5 内部での燃料の分散性を上げることができる。

【 0 0 6 7 】

内燃機関の運転状態が低負荷の場合も、高負荷の場合も、燃料圧力は、通常の圧力（例えば、1 0 M p a）としている。

【 0 0 6 8 】

また、燃料の噴射は、複数回に分けて噴射すると良い。そのようにすることで、1 回辺りの噴射量が減少して噴霧の貫徹力を小さくできるため、形成された噴霧 1 2 5 が点火プラグ 1 0 6 に滞留し易くなり、更に燃焼の安定性を向上する。

20

【 0 0 6 9 】

次に、図 1 2 及び図 1 3 を用いて、本実施形態による燃料噴射弁の他の構成について説明する。

図 1 2 は、本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁の他の構成におけるノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。図 1 3 は、図 2 の C 部拡大図である。なお、図 2 及び図 5 と同一符号は、同一部分を示している。

【 0 0 7 0 】

本例では、図 2 及び図 5 に示したノズル 2 と弁体 1 0 の例とは、円錐面の構成が異なる。

【 0 0 7 1 】

30

図 2 及び図 5 に示した例では、弁体 1 0 に 2 つの円錐面 1 6 a , 1 6 b、弁座面 1 6 が 1 つの円錐面により構成されていた。それに対して、本例では、ノズル体 2 A に円錐面 1 5 a および 1 5 b の二つの円錐面を設けて、その交線部がシート部 1 1 ' を形成するように構成されている。弁体 1 0 A のシートを形成する面である弁体面 1 6 c は 1 つの円錐面で構成されている。燃料通路 5 を流れた燃料は、弁体面 1 6 c と弁座面 1 5 a の間を通り、シート部 1 1 ' に到達し、円環隙間部 2 2 から噴霧 2 5 として噴射される。

【 0 0 7 2 】

本例においても、図 2 及び図 5 の例と同様に、燃料通路 5 の出口部 6 からシート部 1 1 ' に到るまでの弁体面 1 6 c と円錐面 1 5 の間の通路断面積が狭くなる構成としている。これにより形成される噴霧形状は同様の形態となる。弁体 1 0 A のストローク量が小さい状態では、シート部 1 1 ' での圧力損失の影響が支配的となる。このため、シート部 1 1 ' における燃料速度が最も速くなるために、燃料通路 5 による流れの影響が小さくなり、中空円錐状噴霧が噴射される。また、ストロークが大きく燃料通路 5 の絞りの影響が大きい場合には、燃料は燃料通路による流れの効果を保ってシート部 1 1 ' を通過し、円環隙間部 2 2 から径方向に拡がりを持つ噴霧が噴射させられる。

40

【 0 0 7 3 】

本例のような構造とすることで、円錐面 1 5 a の角度が弁体面 1 6 c に向かっているため燃料には弁体面 1 6 c に押し付けられる力が作用する。そのため、噴射された燃料は、燃料噴射弁中心側に安定して噴射される。

【 0 0 7 4 】

50

以上説明したように、本実施形態によれば、成層燃焼と均質燃焼の双方に適する噴霧を形成でき、D Iエンジンの低燃費化と高出力化を両立できる。

【0075】

次に、図14～図16を用いて、本発明の第2の実施形態による燃料噴射弁の構成及び動作について説明する。なお、本実施形態による燃料噴射弁を用いた燃料噴射装置の構成は、図1に示したものと同様である。また、本実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成は、図2に示したものとほぼ同様である。

図14は、本発明の第2の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。図14は、図2のA-A断面図である。図15及び図16は、本発明の第2の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。なお、図14～図16において、図1～図8と同一符号は、同一部分を示している。

10

【0076】

図3に示した例では、燃料噴射弁の6本の燃料通路5a～5fは、円周上に均等に配列されていた。それに対して、図14に示す例では、ノズル2Bに形成される燃料噴射弁の燃料通路は、燃料通路5a, 5b, 5fの3本のみとして、円周上の一部に偏って配列されている。なお、弁体10の構成は、図2や図5に示したものと同様である。

【0077】

次に、図15及び図16を用いて、本実施形態における燃料の流れおよびそれにより生成される可変噴霧のメカニズムについて説明する。

【0078】

20

図15は弁体10のストロークが小さいときの燃料の流れ及び噴霧形状の断面と、図14に示した燃料通路5a, 5b, 5fとの位置関係を示している。

【0079】

弁体10のストローク量が小さい(シート部11からのリフト量が小さい)場合には、シート部11での流路絞りの影響が大きくなり、シート部での流速が速くなるため、複数の燃料通路5a, 5b, 5fを流れてきた燃料は、複数の燃料通路5a, 5b, 5fの影響を受けにくくなり、シート噴射直前の流れ24aとして周方向に均一な流れを形成し、噴霧25aとして中空円錐状に噴射される。

【0080】

図16は、弁体10のストロークが大きいときの燃料流れ及び噴霧形状の断面と、図6に示した燃料通路5a, 5b, 5fとの位置関係を示している。

30

【0081】

弁体10のストロークが大きい場合には、シート部11での絞りの影響は小さくなり、燃料通路5a, 5b, 5fの絞り効果が大きくなる。そのため、燃料通路5aと5bを例に説明すると、燃料通路5aと5bを流れてきた燃料は、弁体面16に到達すると燃料通路の外側に向かう流れを形成する。このため、燃料通路5aと5bが向かい合う箇所の流れは衝突して噴射直前の流れ24bとなり、周方向に対して垂直な液膜を形成し噴霧25bとして噴射される。燃料通路5aと5bを流れてきた燃料のうち、向かい合う燃料通路が無いものは、噴射前燃料24cとなりシート部へ向かって流れ、噴霧25cとして、中空円錐状に噴射される。この場合、燃料通路は3本であるため、径方向の噴霧25bは、2本となる。

40

【0082】

このとき、径方向の2本の噴霧25bが、内燃機関の2つの排気弁VEX1, VEX2の下方の位置を指向するように、燃料噴射弁の設置方向を決める。なお、点火プラグP I G Nの図示は、別の例のものであり、この点については後述する。

一般に、燃焼室内のうち、排気弁の下方の位置には、高温領域が形成されやすく、ノッキングが発生しやすいゾーンとなっている。そこで、このようなノッキングゾーンに対して、貫通力の高い2本の噴霧25bにより燃料を噴射することで、ノッキングゾーンの温度を低下させることができる。その結果、ノッキングの発生を防止できるため、従来よりも、圧縮比を高くしてもノッキングの発生しにくい内燃機関を構成することができる。圧縮

50

比を高くすることで、燃費を向上することができる。

【0083】

また、以上の説明は、燃料噴射弁を燃焼室の真上に配置する直上噴射タイプの例についてであるが、燃料噴射弁を燃焼室の側方に配置するサイド噴射タイプのD Iエンジンに、図8の噴霧形状を適用することができる。この場合には、一点鎖線で示す点火プラグP I G Nの位置に対して、2本の燃料噴霧25bをその両側でかつ下方を指向するように、燃料噴射弁の設置方向を決める。直上噴射に比べて、サイド噴射の場合には、燃料噴射弁から点火プラグまでの位置が遠くなる。このような場合、貫通力の高い噴霧25bを用いることで、点火プラグの近傍に燃料噴霧を形成することができる。なお、点火プラグの方向に噴霧25bを指向すると、点火プラグが燃料噴霧によって濡れ、ミス着火の恐れがあるため、2本の噴霧25bは、点火プラグの両側を指向するようにしている。

10

【0084】

以上のような構成により、ストローク量の変化によって、噴霧形状を可変にすることができる。

【0085】

本実施形態のように、複数の燃料通路5の配置を不均等にするにより、シート11部上流での流れを変えることが可能となり、所望の噴霧形状を得ることができる。

【0086】

なお、配置した燃料噴射孔は3本の例を示したが、燃料通路の数はこれに限られるものではない。また、燃料通路の径は全て同じ径としているが、これに限られているものではない。燃料通路の径を変えることによって、弁体面16およびシート部11に流れ込む燃料量が変化することで噴霧形状を変えることが可能である。また、本例において、複数の燃料通路5は円筒状の孔としているが、これに限られたものではない。燃料通路5の形状及び数あるいは配置がストロークの変化に伴ってシート部11との間で燃料絞りの影響度を変化させる形状であれば、本発明での作用効果が損なわれるものではない。

20

【0087】

なお、本実施例において、弁体10の弁体面16は2つの円錐面を有する構造としたが、球面であっても良い。これにより、ノズル体2に対して弁体10が偏芯してしまった場合にも、弁体がノズルに対して調芯する作用が起きるため燃料のシール性を向上できる。

【0088】

さらに、ストロークが大きい場合の噴霧25bおよび25cの径方向の広がりといった相対的な大きさは、ストロークにより変化し、ストロークの大きさによっては径方向の広がりを持った噴霧25bのみになる場合もある。

30

【0089】

以上説明したように、本実施形態によれば、成層燃焼と均質燃焼の双方に適する噴霧を形成でき、D Iエンジンの低燃費化と高出力化を両立できる。

【0090】

次に、図17～図20を用いて、本発明の第3の実施形態による燃料噴射弁の構成及び動作について説明する。なお、本実施形態による燃料噴射弁を用いた燃料噴射装置の構成は、図1に示したものと同様である。また、本実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成は、図2に示したものと同様である。

40

図17は、本発明の第3の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。図18は、本発明の第3の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。図19は、本発明の第3の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。図20は、本発明の第3の実施形態による燃料噴射弁における、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の説明図である。なお、図17～図20において、図1～図16と同一符号は、同一部分を示している。

【0091】

図17は、本実施形態に係る燃料噴射弁1を内燃機関101に取付け、燃料噴射弁のストローク量が小さい状態での噴霧を形成している様子を示している。各部の構成は、図9

50

に示したものと同様である。

【0092】

図18は、図17に示した例における燃料噴霧25dの形状を示している。燃料噴霧25dは、径方向に分散した噴霧としているが、貫通力は、図8に示したものより、小さくなっている。径方向の噴霧は、点火プラグ106の方向ではなく、その両側の方向となっている。

【0093】

図19は、燃料噴射弁1のストローク量が大きい状態の噴霧を形成している様子を示している。噴霧25eは、中空円錐状噴霧であるが、貫通力は、図7に示したもののより、大きくなっている。

10

【0094】

次に、図20により、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の関係について説明する。

【0095】

低負荷の運転条件では、燃料噴射弁1のストロークを大きくして、径方向に分散する噴霧25dを形成させる。また、図18に示すように、噴霧25dが点火プラグ106を挟み込むように燃料噴射弁1を取り付ける。燃料噴射量は、燃料ポンプから供給される圧力を低くすることで、必要な燃料噴射量に制御する。例えば、低負荷時には燃料圧力を3～8MPaに設定する。

【0096】

20

高負荷の運転条件では、燃料噴射弁1のストロークを小さくして燃料噴射量を確保するために燃料圧力を上げて使用すると良い。中空円錐状の噴霧25eを高圧で噴射することで、径方向の噴霧の拡がりを抑え、燃焼室の壁面への付着を抑制することができる。例えば、高負荷時には燃料圧力を12～20MPaに設定する。

【0097】

以上の様にすることで、低負荷時には、点火プラグ106の近傍に安定して噴霧24dを滞留させることが可能となり、成層燃焼を行った場合にも燃焼を安定させることができる。一方、高負荷時には、供給燃料の高圧化により、通常より微粒化した噴霧25eが形成されるので燃焼室105内における噴霧の分散性が良くなり、高出力化を促進することが可能となる。

30

【0098】

また、燃料の噴射は、複数回に分けて噴射すると良い。そのようにすることで、1回辺りの噴射量が減少して噴霧の貫徹力を小さくできるため、形成された噴霧24dが点火プラグ106に滞留し易くなり、更に燃焼の安定性を向上することが可能となる。

【0099】

以上説明したように、本実施形態によれば、成層燃焼と均質燃焼の双方に適する噴霧を形成でき、DIEエンジンの低燃費化と高出力化を両立できる。

【図面の簡単な説明】

【0100】

40

【図1】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁を用いた燃料噴射装置の構成を示すシステムブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。

【図3】図2のA-A断面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の下方斜視図である。

【図5】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端の拡大断面図である。

【図6】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁における弁体ストロークと燃料の流路の断面積の関係の説明図である。

【図7】本発明の第1の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。

50

【図 8】本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁における、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の説明図である。

【図 12】本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射弁の他の構成におけるノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。

【図 13】図 2 の C 部拡大図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施形態による燃料噴射弁のノズル先端部の構成を示す拡大断面図である。

【図 15】本発明の第 2 の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。

【図 17】本発明の第 3 の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。

【図 18】本発明の第 3 の実施形態による燃料噴射弁における燃料噴霧形状の説明図である。

【図 19】本発明の第 3 の実施形態による燃料噴射弁を搭載した内燃機関の断面図である。

【図 20】本発明の第 3 の実施形態による燃料噴射弁における、内燃機関の運転状態と燃料噴射弁の駆動状態の説明図である。

【符号の説明】

【 0 1 0 1 】

1 ... 燃料噴射弁

2 ... ノズル

4 ... 燃料溜り室

5 ... 燃料通路

1 0 ... 弁体

1 1 ... シート部

2 2 ... 円環隙間部

1 5 ... 弁座面

1 6 ... 弁体面

1 7 ... チャック部

1 0 1 ... 内燃機関

1 0 3 ... 吸気弁

1 0 4 ... 排気弁

1 0 5 ... 燃焼室

1 0 6 ... 点火プラグ

1 0 7 ... ピストン

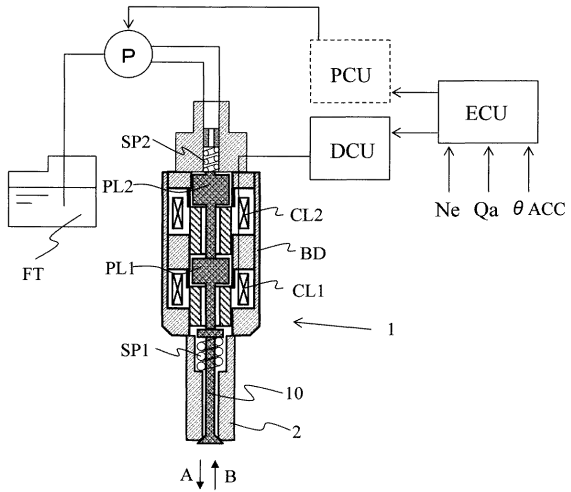
10

20

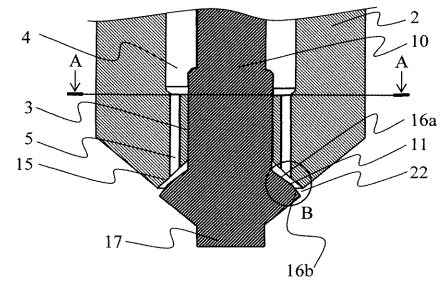
30

40

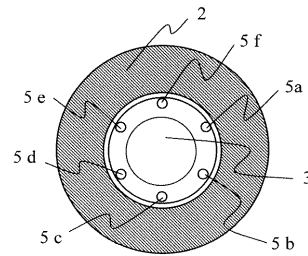
【図 1】



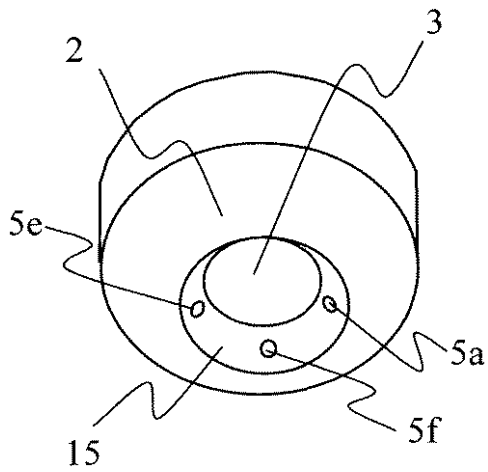
【図 2】



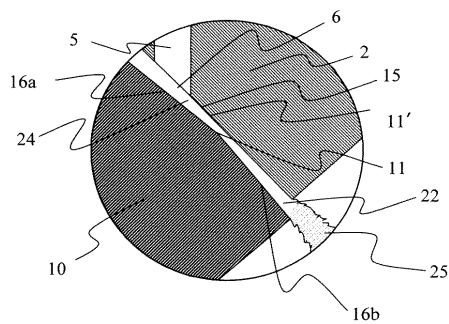
【図 3】



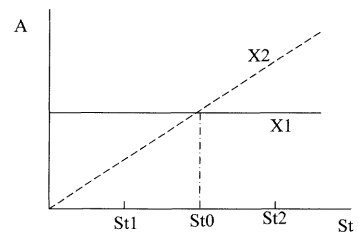
【図 4】



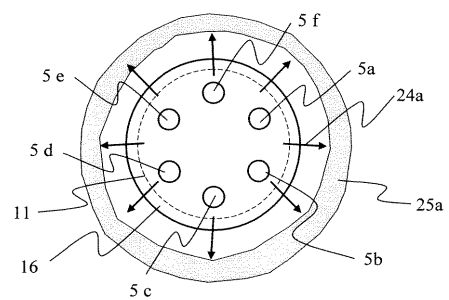
【図 5】



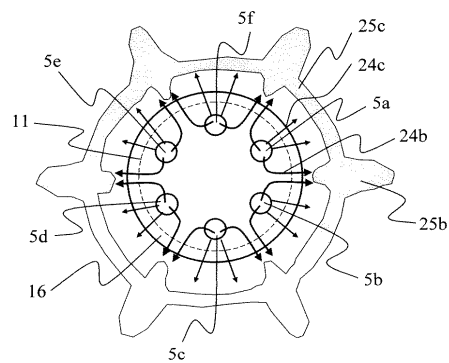
【図 6】



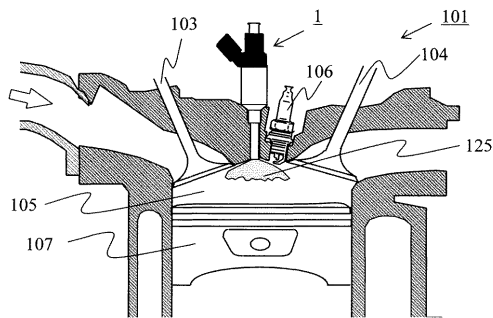
【図 7】



【 図 8 】



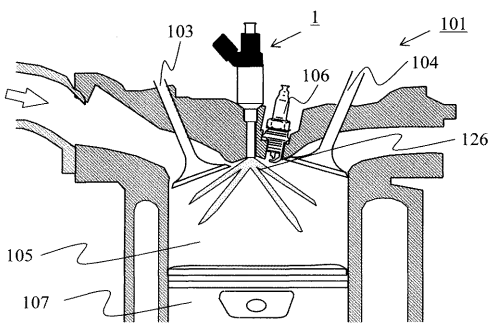
【 図 9 】



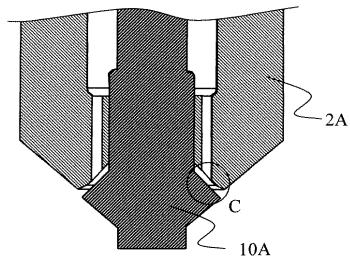
【 図 1 1 】

内燃機関の 運転状態	燃料噴射弁の駆動状態		
	ストローク	燃圧	噴霧形状
低負荷時	小	通常	中空円錐
高負荷時	大	通常	径方向分散

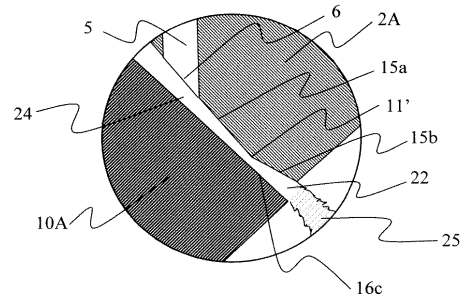
【 図 1 0 】



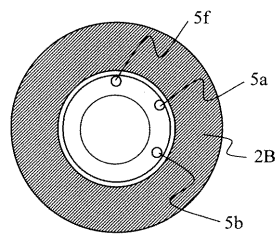
【 図 1 2 】



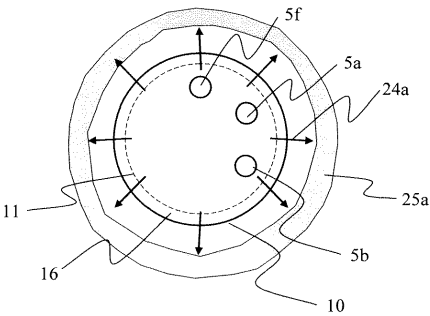
【 図 1 3 】



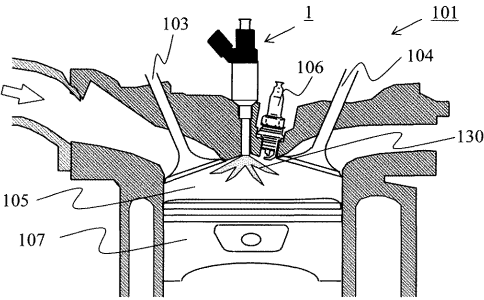
【 図 1 4 】



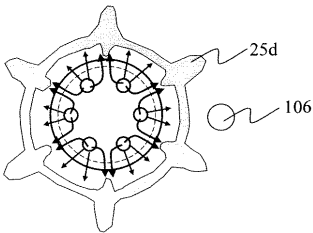
【 図 1 5 】



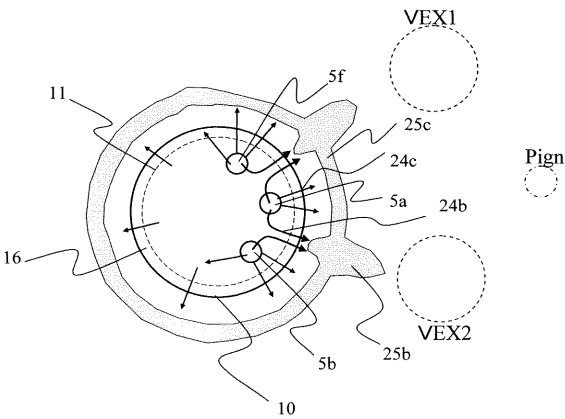
【 図 1 7 】



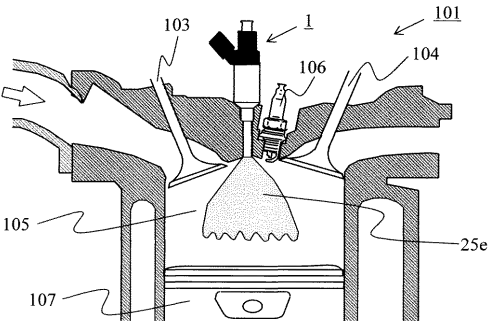
【 図 1 8 】



【 図 1 6 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

内燃機関の 運転状態	燃料噴射弁の駆動状態		
	ストローク	燃圧	噴霧形状
低負荷時	大	通常より低	径方向分散
高負荷時	小	通常より高	中空円錐

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 M 61/08	Z
(72)発明者 江原 秀治		
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地		株式会社日立製作所オートモティ
ブシステムグループ内		
(72)発明者 石川 亨		
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地		株式会社日立製作所オートモティ
ブシステムグループ内		
(72)発明者 小渡 武彦		
茨城県ひたちなか市堀口 8 3 2 番地 2		株式会社日立製作所機械研究所内
F ターム(参考) 3G066 AA02 AA05 BA16 BA17 CC10 CC40 CC48 CE21 DA08		